



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

LUIZ NUNES DE FARIAS NETO

**ATOMIZAÇÃO E PULVERIZAÇÃO HIDRÁULICA ELÉTRICA PARA O MANEJO
DE PRAGAS EM MARACUJAZEIRO: QUALIDADE DE APLICAÇÃO DE
BIOINSUMOS**

**AREIA
2024**

LUIZ NUNES DE FARIAS NETO

**ATOMIZAÇÃO E PULVERIZAÇÃO HIDRÁULICA ELÉTRICA PARA O MANEJO
DE PRAGAS EM MARACUJAZEIRO: QUALIDADE DE APLICAÇÃO DE
BIOINSUMOS**

Trabalho de graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do
Centro de Ciências Agrárias, da Universidade
Federal da Paraíba, em cumprimento às
exigências para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. José Bruno Malaquias.

Coorientador: MSc. Sílvio Lisboa de Souza
Junior.

**AREIA
2024**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F224a Farias Neto, Luiz Nunes de.

Atomização e pulverização hidráulica elétrica para o manejo de pragas em maracujazeiro: qualidade de aplicação de bioinsumos / Luiz Nunes de Farias Neto. - Areia:UFPB/CCA, 2024.

28 f. : il.

Orientação: José Bruno Malaquias.

Coorientação: Sílvio Lisboa de Souza Junior.

TCC (Graduação) - UFPB/CAA.

1. Agronomia. 2. Tipos de pulverizadores. 3. Taxa de aplicação. 4. Deriva. 5. Alvo biológico. I. Malaquias, José Bruno. II. Souza Junior, Sílvio Lisboa de. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)

LUIZ NUNES DE FARIAS NETO

ATOMIZAÇÃO E PULVERIZAÇÃO HIDRÁULICA ELÉTRICA PARA O MANEJO DE PRAGAS EM MARACUJAZEIRO: QUALIDADE DE APLICAÇÃO DE BIOINSUMOS

Trabalho de graduação apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 08 / 05 /2024.

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 JOSE BRUNO MALAQUIAS
Data: 10/05/2024 08:15:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Bruno Malaquias (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente
 LETICIA WALERIA OLIVEIRA DOS SANTOS
Data: 10/05/2024 15:32:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. Letícia Waléria Oliveira dos Santos
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente
 TARDELLY DE ANDRADE LIMA
Data: 13/05/2024 08:32:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. Tardelly de Andrade Lima
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente
 SILVIO LISBOA DE SOUZA JUNIOR
Data: 18/09/2024 21:55:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. Sílvio Lisboa de Souza Junior.
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter concedido a oportunidade e sabedoria para concluir essa etapa da minha vida, que começou lá atrás no Colégio Agrícola Vidal de Negreiros (CAVN).

Ao meu pai, Cícero Nunes de Farias Neto (*in memoriam*), a minha mãe, Iris de Fátima da Silva, a minha esposa Bianca Castro, a um grande amigo e mentor que a vida me apresentou Felinto Dantas, ao meu irmão Robson Nunes, pessoas que sempre me apoiaram e me incentivaram a procurar melhorias e realizar meus sonhos.

Ao meu orientador, Professor Dr. José Bruno Malaquias um amigo e mestre de ensinamentos que o CCA me proporcionou, a meu coorientador MSc Sílvio Lisboa. Sou imensamente grato por todas as orientações e pela confiança depositada em minha pessoa, o acompanhamento durante minha formação foi de extrema importância para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

Gostaria de agradecer a todo o Centro de Ciências Agrárias, especialmente ao laboratório de entomologia onde descobri uma grande paixão pela tecnologia de aplicação e pelas oportunidades construídas naquele local. Aos professores e funcionários da Universidade Federal da Paraíba que me proporcionaram chegar até aqui, sempre levarei comigo os ensinamentos dessa instituição onde tenho muito orgulho de fazer parte dessa história.

Aos amigos que o curso de agronomia e o CCA me proporcionaram, pelas amizades e todos os momentos compartilhados, João Paulo Câmara, Jaílson Ferreira, Santiago Oliveira, João Vitor Sanges, Gustavo Neves, Allef Souza, Leticia Waléria, Tardelly de Andrade, Magaly Morgana, Shirley Monteiro, Luana Oliveira, Erisvaldo Buriti, Antenor Neto, Bruno Santana, Marcos Vinícius, Roberto Italo, Tiago Leandro, João Pedro, Manoel Monteiro, Matheus Franco, Lívia Ferreira, Amanda, Samuel Kenedi, Rômulo. Vocês fizeram parte dessa história da minha vida, onde compartilhamos momentos tristes, felizes, comemorações, obrigado por tudo amigos. Essas pessoas fizeram parte dessa história que foi construída com muito trabalho e esforço, eu considero vocês como parte da minha família, obrigado por tudo.

Em especial, agradeço aos meus amigos Kelson Carvalho, Tulio Santos, John Ygor, Thallis Teixeira e Samuel Vasconcelos. Por toda essa trajetória compartilhada durante nossa graduação e por sempre estarem presentes, vocês sempre estarão na minha memória, obrigado.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os parâmetros de qualidade de aplicação entre pulverizadores atomizadores e pulverizadores hidráulicos elétricos. O estudo foi realizado no município de Areia, Paraíba, em uma área de cultivo de maracujazeiro na propriedade Chã II pertencente à Universidade Federal da Paraíba. Os tratamentos utilizados foram compostos por dois pulverizadores costais e duas caldas, sendo uma apenas água e a outra composta de Fitoneem® e adjuvante diluído em água. Os tratamentos foram dispostos em quatro blocos, sendo esses aplicados no dossel foliar das plantas do maracujazeiro. Dessa forma, o primeiro tratamento foi composto do Pulverizador Manual e Elétrico com apenas água (T1); o segundo tratamento foi o pulverizador Atomizador com apenas água (T2); o terceiro tratamento foi Pulverizador Manual e Elétrico com o Fitoneem® + Santara Power®; e o quarto tratamento foi o pulverizador Atomizador com o tratamento Fitoneem® + Santara Power®. Existem evidências que não obtiveram alteração nos tratamentos com as variáveis, área média das gotas, diâmetro média, DV10, DV50 e DV90. A maior densidade média e máxima de gotas é constatada na condição com pulverizador elétrico utilizando H₂O, não ocorrendo diferença entre pulverização do Fitoneem, equipamento de pulverização elétrico e atomizador. Na atomização de água é encontrada menor densidade média e máxima de gotas. O tratamento com pulverizador elétrico apresenta as melhores métricas quando considerada a amplitude relativa das gotas.

Palavras-Chave: tipos de pulverizadores; taxa de aplicação; deriva; alvo biológico.

ABSTRACT

The present work aims to evaluate the application quality parameters between atomizing sprayers and electric hydraulic sprayers. The study was carried out in the municipality of Areia, Paraíba, in an area where sour passion fruit cultivation on the Chã II property belonging to the Federal University of Paraíba. The treatments used were composed of two coastal sprays and two sprays, one being just water and the other consisting of Fitoneem® and adjuvant diluted in water. The treatments were purchased in four blocks, which were applied to the leaf canopy of passion fruit plants. Therefore, the first treatment consisted of the Manual and Electric Sprayer with just water (T1); the second treatment was the Atomizer sprayer with just water (T2); the third treatment was Manual and Electric Sprayer with Fitoneem® + Santara Power®; and the fourth treatment was the Atomizer spray with the Fitoneem® + Santara Power® treatment. There is evidence that there was no change in treatments with variables, average droplet area, average diameter, DV10, DV50 and DV90. The highest average and maximum droplet density is observed in the electrical energy condition using H₂O, there is no difference between the interruptions of Fitoneem, electrical energy equipment and atomizer. In water atomization, a lower average and maximum droplet density is found. Treatment with electric spraying presents the best analyzes when considering the relative amplitude of the drops.

Keywords: types of sprayers; application fee; drift; biological target.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Pulverizador costal e pulverizador atomizador.....	17
Figura 2: Condutivímetro	18
Figura 3: Bico tipo cone simples e bico de grade tipo cônica.....	19
Figura 4: Papeis hidrossensíveis	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área das gotas em mm^2 em função da tecnologia de aplicação e do tratamento ...	21
Tabela 2 - Diâmetro das gotas em mm^2 em função da tecnologia de aplicação e do tratamento	21
Tabela 3 - Densidade média e máxima de gotas por papel hidrossensível em função da tecnologia de aplicação e do tratamento	22
Tabela 4 - Densidade volumétrica 10, 50 e 90% de gotas pulverizadas com pressão hidráulica elétrica e atomização.	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 MANEJO DE PRAGAS EM MARACUJAZEIRO	11
2.2 TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS	11
2.3 QUALIDADES E PARÂMETROS DE UMA BOA APLICAÇÃO	13
2.4 TIPOS DE PULVERIZADORES E USO DE DEFENSIVOS	14
3. METODOLOGIA	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	25
REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

O sucesso na produtividade das culturas depende de um apropriado planejamento para a obtenção da máxima produção com os mínimos custos possíveis. Para isso, diversos aspectos devem ser levados em consideração como o adequado preparo do solo, a adubação, a correta seleção da espécie, as condições edafoclimáticas e o controle de insetos, doenças e plantas daninhas (Tiburcio *et al.*, 2012).

Segundo Morota *et al.* (2020) o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo. As culturas do abacaxi (*Ananas comosus* L.), banana (*Musa* spp.), coco (*Cocos nucifera*), mamão (*Carica papaya* L.) e maracujá (*Passiflora edulis*) ocupam juntas mais de 900 mil hectares, distribuídas em pelo menos quatro biomas brasileiros. Porém, essas culturas são muito suscetíveis a pragas e doenças o que pode gerar grandes impactos na produtividade.

Dentre esses aspectos, o manejo das pragas é o mais abordado pelos agricultores, utilizando principalmente o controle químico em razão da rapidez na obtenção dos resultados, principalmente em áreas extensas e o menor custo com mão de obra (Gonçalves *et al.*, 2011). As tecnologias de aplicação estão sendo empregadas no controle químico, ganhando ênfase o pulverizador costal manual devido ao baixo custo de aquisição do equipamento e a variabilidade de uso em diferentes condições operacionais (Sasaki *et al.*, 2013).

A tecnologia de aplicação é uma ciência que emprega os conhecimentos específicos em campo colocando os produtos biologicamente ativos no alvo, na quantidade necessária, sem desperdícios e com a melhor eficiência possível (Contiero, 2018).

Tendo apenas como entrave a aplicação de forma inadequada, por consequência da falta de conhecimento dos produtores, podendo esses defensivos causarem sérios problemas ao ambiente, aumentar o risco de intoxicação dos trabalhadores rurais por meio dos resíduos (Tavares *et al.*, 2017).

A falta de conhecimento sobre os métodos de aplicação, as dosagens adequadas e o uso de equipamento de proteção individual podem acarretar sérios problemas a saúde e ao meio ambiente (Lesueur *et al.*, 2016), principalmente em condições tropicais onde os agricultores usam uma grande diversidade de defensivos, muitas vezes em alta dosagem e frequência, para controlar pragas e garantir altos rendimentos das colheitas (Lewis *et al.*, 2016).

A pulverização de produtos para ser bem efetuada e ter sucesso no manejo fitossanitário depende da união de vários conhecimentos, com propósito de garantir controle

adequado, minimizar os danos, prevenir impactos ambientais e garantir um manejo sustentável. Para isso deve ser realizado o monitoramento das pragas, observando seu nível de infestação e com base nele selecionar o tipo de defensivo se é de contato ou sistêmico, de pulverizador, a dosagem e suas aplicações (Franzon; Corso, 2013).

Além do pulverizador manual costal, outros tipos de pulverizadores estão sendo empregados na agricultura familiar como o costal elétrico e o costal pneumático. Basicamente o volume de pulverização, o espectro de gotas e a eficiência no controle são as características que diferem tais equipamentos (Sasaki *et al.*, 2013).

Outra modalidade de aplicação de defensivos que tem merecido destaque é a atomização. Os atomizadores se diferenciam dos bicos hidráulicos, pelos mecanismos envolvidos no processo de geração das gotas. Uma das grandes vantagens desse processo de pulverização é a uniformidade das gotas. De uma forma geral, o espectro é mais estreito (Antuniassi; Boller, 2019).

Dada a dificuldade de penetração de produtos na copa das plantas de maracujazeiro, e ausência de uma comparação entre formas de aplicação de defensivos, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os parâmetros de qualidade de aplicação entre pulverizadores atomizadores e pulverizadores hidráulicos elétricos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MANEJO DE PRAGAS EM MARACUJAZEIRO

A fruticultura, especificamente o maracujazeiro, emerge como uma das principais opções viáveis para pequenas propriedades. Com práticas de manejo adequadas, essa atividade proporciona uma fonte de renda abrangente por meio da agricultura familiar, resultando em retorno financeiro substancial (Petinari *et al.*, 2008). Contudo, existe uma discrepância entre a produção real e o potencial de produtividade do maracujazeiro e de outras culturas, esse fato está associado, sobretudo, ao manejo inadequado empregado nas culturas por muitos produtores, visto que a produção é limitada por diversos fatores, dentre esses a falta de variedades melhoradas, controle fitossanitário adequado e conhecimento sobre novas tecnologias (Faleiro; Junqueira, 2016).

Para garantir a sustentabilidade da produção muitos são os desafios enfrentados pelos produtores, dos quais se pode citar: a falta de gerenciamento e organização da produção, o que contribui para aumentar as perdas e a imprecisão na tomada de decisão no dia-a-dia, pouco grau de tecnificação, baixo grau de instrução dos produtores, tornando mais difícil a absorção de conhecimento sobre novas tecnologias, como o controle fitossanitário de pragas e de doenças que, individualmente ou em conjunto, podem ocasionar prejuízos de até 100%, ocasionando assim redução da produção à nível global, da ordem de 20 a 40% (Batista *et al.*, 2020).

Peruch *et al.* (2009) consideram a presença de pragas e doenças como um dos fatores mais importantes na limitação da produção, visto que, além de causarem perdas na produtividade, também diminuem a qualidade dos frutos. Uma das estratégias adotadas para minimizar estas perdas na produção é a adoção do uso de defensivos para controle.

2.2 TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Para acertar o alvo, com uniformidade de distribuição de gotas e menor influência de deriva são alguns dos principais objetivos da tecnologia de aplicação (Andef, 2004). A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas consiste de um conjunto de conhecimentos a respeito de defensivos, adjuvantes, formulações, pulverização, recursos humanos, alvos, tecnologia da informação e ambiente, pretendendo obter uma aplicação precisa, segura e consciente, a todo o momento adotando as técnicas de boas práticas agrícolas (Antuniassi *et al.*, 2021). Isso tudo para garantir a chegada de gotas no alvo, proporcionando a eficácia das

moléculas. Para isso, é necessário empregar técnicas de precisão que possam evitar perdas, por deriva, e a contaminação do agroecossistema (Halberstadt, 2023).

Com o intuito de minimizar a contaminação dos agroecossistemas as indústrias agrícolas criaram os bioinsumos que são os bioinseticidas, biofertilizantes, inoculantes e entre outros. Qualquer produto biológico que seja de origem ou produzido por microrganismos, invertebrados ou extratos de plantas, que está sendo utilizado na agricultura ou na pecuária como um insumo na produção agrícola sem deixar resíduo, é um bioinsumo onde nada mais é que uma ferramenta na tecnologia de aplicação (Vidal, 2020).

Antuniassi *et al.* (2021) conceitua a pulverização como a fragmentação do líquido em gotas, essa técnica dá origem a várias partículas oriundas daquele líquido, que por sua vez, carregam os princípios ativos dissolvidos na solução e direcionados ao alvo de aplicação. Sendo assim, quanto menor o tamanho das partículas ou gotas maior será a quantidade de gotas originadas daquela solução, chamado isso de taxa de aplicação, expandindo a probabilidade de atingir o alvo.

Aumentar e garantir a eficiência da aplicação é permitir que um maior número de gotas alcançasse o alvo, na quantidade correta, com uniformidade na distribuição e com menores perdas possíveis. Normalmente considera-se somente o alvo folhas, esquecendo-se da importância de atingir o caule, as flores e os frutos das culturas no momento da aplicação (Halberstadt, 2023). Dessa forma, quanto menores forem as gotas, maior será sua área de cobertura. Porém alguns critérios têm que ser seguidos como condições meteorológicas (velocidade do vento e temperatura) e operacionais para evitar perdas por evaporação e deriva (Antuniassi *et al.*, 2021).

Para minimizar perdas durante o processo de pulverização, relacionadas à ineficiência do processo de aplicação, é necessário que haja segurança e responsabilidade seguindo as instruções técnicas; regulação e calibração do pulverizador; capacitação do aplicador para realização das pulverizações com responsabilidade e cuidado no manuseio dos equipamentos, defensivos agrícolas, misturas, condições adequadas de aplicação e ter sensibilidade na tomada de decisão; que haja entendimento sobre o produto, sua formulação, tempo de absorção, possibilidade de mistura, volatilidade, se é sistêmico ou de contato, e que se conheça o alvo, seus estágios e respectiva população (Halberstadt, 2023).

O uso de alguns produtos comerciais podem ajudar a melhorar a qualidade de aplicação desses defensivos agrícolas, além de ter uma distribuição padronizada nos terços inferior, médio e superior das plantas habitualmente empregadas as substâncias denominadas aditivos ou adjuvantes, que tem como função modificar as propriedades da calda facilitando o contato

da calda de pulverização e a superfície foliar da planta possibilitando a quebra da tensão superficial da gota ocasionando benefícios na penetração, deposição e retenção das gotas pulverizadas (Nogueira *et al.*, 2022).

2.3 QUALIDADES E PARÂMETROS DE UMA BOA APLICAÇÃO

A população mundial cresce a cada ano e acarreta com isso a necessidade de um aumento na produção de alimentos em espaços cada vez mais limitados. Para atender à crescente demanda, houve nas últimas décadas, um aumento na produção agrícola e conseqüentemente um aumento no uso dos defensivos (Alves *et al.*, 2021). Costa *et. al.* (2014) evidenciam que além das condições climáticas e localização, as tecnologias para a produção de sementes, produção de mudas, variedades, espaçamento, condução da lavoura, época de plantio, tipo de plantio, sistemas de poda, polinização, controle de plantas invasoras (espontâneas), colheita, manejo do solo, nutrição, adubação, controle de pragas e doenças, são fundamentais para uma boa produtividade.

As inovações desenvolvidas no ramo da tecnologia de aplicação objetivam a maximização da eficiência do processo, bem como a eficácia biológica dos defensivos agrícolas, minimizando as perdas e a contaminação ambiental durante os tratamentos fitossanitários (Halberstadt, 2023). Para obter bons resultados na aplicação de defensivos agrícolas é necessário seguir alguns princípios para prevenção de conseqüências indesejadas ocasionadas por perdas de aplicação para áreas não-alvo, ou seja, deriva, que envolve as condições meteorológicas do local onde ocorrerá a aplicação, a exemplo da temperatura, velocidade média do vento e sua direção e umidade relativa do ar (Antuniassi e Boller, 2019).

Esses fundamentos na aplicação de defensivos seguem algumas regras como o período que a temperatura se situa abaixo dos 30°C, umidade relativa em torno dos 50 % ou maior e velocidade média do vento entre 3 a 10 km/h, são fatores que tem que ser seguidos a regra para realizar as aplicações. O acompanhamento desses resultados é importante, para que possamos obter uma maior eficiência (Antuniassi e Boller, 2019).

Os melhores horários para aplicação é quando a umidade relativa do ar é maior e as temperaturas são amenas, geralmente no início e final do dia. Com essas características em campo se utilizam gotas mais finas de acordo com as velocidades médias dos ventos estando menores. Já o inverso como temperatura alta, umidade relativa do ar baixa, velocidade do vento maior, são atributos para selecionar padrão de gotas maiores, bem como aumento no volume de calda, com destino a obter uma cobertura de alvo maior (Contiero, 2018).

Além desses fatores citados anteriormente há os casos de quando a velocidade média do vento é nula, que pode ocasionar dois fatores que vão dificultar a deposição de gotas finas no alvo. A inversão térmica e as correntes convectivas que é quando nas manhãs frias com o ar sem movimento, o funcionamento da atmosfera é alterado dificultando a deposição das gotas no alvo, em outra forma nas tardes quentes sem o movimento do ar, uma massa de ar quente ascendente dificulta o contato das gotas de aplicação com o dossel da planta perdendo para a atmosfera e ocasionando a deriva. Quando essas inversões estão ocorrendo é necessário interromper a pulverização, pois as gotas de pulverização não conseguem ultrapassar a camada do ar fria que é muito densa causando a deriva (Antuniassi e Boller, 2019).

2.4 TIPOS DE PULVERIZADORES E USO DE DEFENSIVOS

Alguns dos desafios que os produtores enfrentam em campo por falta de informação, são as regulagens deficientes dos pulverizadores e ausência de boas práticas de uso dos defensivos agrícolas, devido a carência em assistência técnica e orientação no campo (Silva *et al.*, 2016). Para que o produtor obtenha êxito na aplicação o primeiro passo é a escolha do tipo de pulverizador e a demanda desse equipamento na propriedade rural. Essa escolha vai depender do tamanho da área que o produtor trabalha, cultura e topografia do terreno, podendo variar de pulverizadores costais elétricos e hidráulicos, atomizadores para agricultura familiar, enquanto os grandes e intermediários produtores podem utilizar pulverizadores tratorizados com barra de pulverização, pulverizadores terrestres, helicópteros e aviões, além de drones (Souza, 2020).

O pulverizador costal manual é um equipamento muito utilizado nas propriedades rurais, pois seu preço é acessível e detém de uma grande eficiência. Com o desenvolvimento tecnológico, têm surgido pulverizadores costais elétricos que melhoram o conforto para o trabalhador rural, qualidade de aplicação e melhor rendimento ao decorrer do dia trabalhado, sendo muito mais eficiente que o manual (Sasaki *et al.*, 2013).

O uso de atomizadores é indicado para áreas mais extensas, que podem ser cultivadas com olerícolas ou frutíferas normalmente. Entre as principais características do equipamento é a aplicação de defensivos agrícolas em locais de difícil acesso de máquinas de grande porte, que necessitam de relevo favorável para aplicá-los. Além disso, com os atomizadores o produto pode ser lançado a mais de 10 metros de distância por minuto, dependendo da pressão de funcionamento e da qualidade que aplicação desejada (Gitirana neto, 2015). Dessa forma, as avaliações dos níveis de manutenções dos pulverizadores hidráulicos podem auxiliar na

melhoria da eficiência de aplicação e, assim obtendo-se uma redução nos custos e diminuição dos riscos de contaminação ao aplicador, consumidor, bem como, ao meio ambiente (Menezes, 2022).

O controle químico constitui-se na ferramenta mais amplamente difundida para o controle de pragas agrícolas e também desempenha importante papel no controle de patógenos dos mais variados grupos (Lima *et al.*, 2012). Para um efetivo controle de pragas e doenças, bem como para um uso adequado do produto, é necessário à regulagem correta do equipamento, adequação da pressão de trabalho, dosagem correta de calda, diluição, agitação e tamanho de gotas (Vargas e Gleber, 2005).

Os defensivos de uma forma geral apresentam rápida ação e são de fácil acesso, no entanto, o uso não conforme a realização de amostragem de pragas (para aplicar no momento certo) e não alternância entre princípios ativo, além do uso e isolado dessa tecnologia pode provocar a eliminação de inimigos naturais e na indução de resistência de populações de insetos-praga às moléculas por meio da pressão de seleção (Miranda, 2006).

3. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no município de Areia, Paraíba, na Universidade Federal da Paraíba, em uma área de cultivo de maracujazeiro na propriedade Chã II pertencente à Universidade, localizada na mesorregião do Agreste Paraibano e na microrregião do Brejo Paraibano. Para realizar o preparo de calda foi utilizado água de qualidade sem dejetos, filtrada com pH em torno de 7,3 e condutividade elétrica 360 $\mu\text{S}/\text{cm}$, após a formulação da calda com a misturas dos produtos Fitoneem® Inseticida do grupo químico Tetranortriterpenoide na relação soluto/solvente de 7,5 ml do produto para 1 L de água, também foi adicionado o adjuvante Santara Power® da categoria surfactante à base de óleo de laranja na relação soluto/solvente de 1 ml para 1 L de água. Na sequência realizou-se a mistura da calda e aferiu-se o pH que baixou para 6,8 e a condutividade elétrica permaneceu a mesma.

Os tratamentos utilizados foram compostos por dois pulverizadores costais e duas caldas, sendo uma apenas água e a outra composta de Fitoneem® diluído água. Os tratamentos foram dispostos em quatro blocos, sendo esses aplicados no dossel foliar das plantas do maracujazeiro. Dessa forma, o primeiro tratamento foi composto do Pulverizador Manual e Elétrico com apenas água (T1); o segundo tratamento foi o pulverizador Atomizador com apenas água (T2); o terceiro tratamento foi Pulverizador Manual e Elétrico com o Fitoneem® + Santara Power®; e o quarto tratamento foi o pulverizador Atomizador com o tratamento Fitoneem® + Santara Power®.

Os equipamentos utilizados para aplicação foram o pulverizador costal da marca Branco® modelo BPC 20BM (Figura 1A) é um equipamento híbrido, operando na função manual ou a bateria, com capacidade de reservatório de 20 litros e acompanha 6 tipos de bicos, se ajustando a todas as suas necessidades e sua bateria tem autonomia de até 10 horas. O outro equipamento foi um atomizador da marca STIHL® modelo SR 420 (Figura 1B) que apresenta utilidade para pulverizar granulados e líquidos em grandes culturas, fruticultura, pecuária e combate de pragas e vetores, ele tem capacidade de lançar jatos de até 12m (horizontal) e 11,5m (vertical) em sua pressão máxima de funcionamento.

Figura 1: Pulverizador costal e pulverizador atomizador



Fonte: Autor, 2024

A aferição das condições meteorológicas foi utilizado o anemômetro digital kp-8016 knup para medir velocidade do ar que estava 1,6 m/s e a temperatura com 25,9°C, a umidade do ar estava em torno de 60%, essas condições estavam ideais para a aplicação e para medir o pH e a condutividade foi usado o modelo Hanna HI9811-5 (Figura 3).

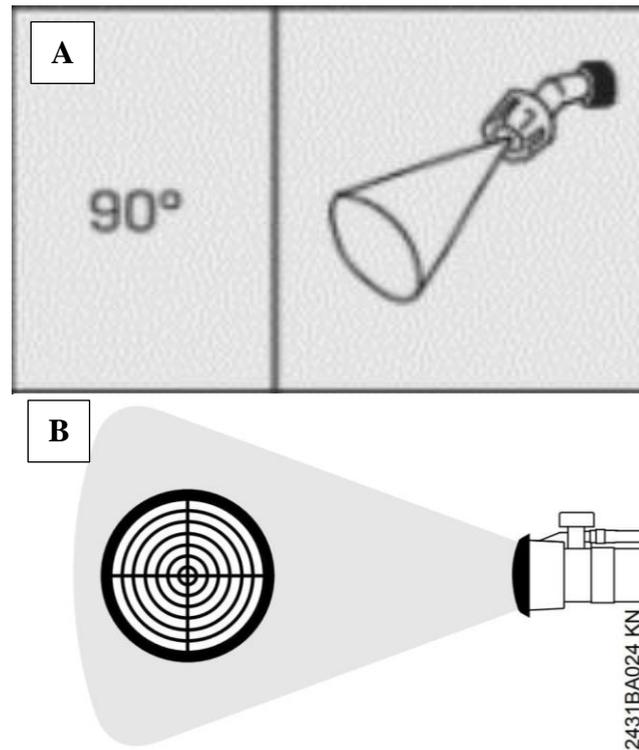
Figura 2: Condutivímetro



Fonte: Autor, 2024

Para a aplicação da calda foi utilizado o pulverizador costal manual/elétrico com o bico tipo cone simples (Figura 4A) com vazão de 1,0-1,2 l/min, enquanto para o atomizador foi utilizada a grade tipo cônica (Figura 4B) que sai uma solução finamente pulverizada em uma nuvem curta, porém larga e densa.

Figura 3: Bico tipo cone simples e bico de grade tipo cônica



Fonte: Manual de instruções de serviços STIHL®

Com a finalidade de avaliar a qualidade da pulverização foi usado papéis hidrossensíveis com dimensões de 2,5 x 3,7 cm, onde as imagens foram processadas no software ImageJ® e as variáveis analisadas foram área, perímetro e diâmetro Feret. Os dados referentes à área e diâmetro volumétrico (DV) das gotas, $DV_{0,1}$, $DM_{0,5}$ e $DM_{0,9}$ foram analisados com modelo linear generalizado gaussiano, enquanto a densidade de gotas foi analisada com um modelo linear generalizado com distribuição Poisson. Os dados foram analisados no programa R (R Core Team, 2024).

Figura 4: Papeis hidrossensíveis



Fonte: Autor, 2024

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área média das gotas de acordo com a tabela 1 variou de 0,58 (IC_{95%}= 0,26 – 0,90) a 1,40 (IC_{95%}= 0,15 – 2,67) cm². Os resultados referentes à variável área média das gotas revelaram que não há evidências de diferença significativa entre os tratamentos ($F= 0,41456$; $P= 0,74255$).

Tabela 1 - Área das gotas em mm² em função da tecnologia de aplicação e do tratamento

Tratamento	Área média	EP	IC (95%)
H ₂ O em Pulverizador Elétrico	0,5877	± 0,3286	(0,2600 - 0,9000)
H ₂ O em Atomizador	1,4094	± 1,2915	(0,1544 - 2,6744)
Fitoneem em Pulverizador Elétrico	0,5865	± 0,4368	(0,1695 - 1,0115)
Fitoneem em Atomizador	1,2414	± 0,8274	(0,4300 - 2,0500)
<i>F</i>	= 0,41456		
<i>P</i>	= 0,74255		

EP – Erro padrão. IC – Intervalo de confiança. *F* – Feret. *P* – Padrão.

De forma similar à área média das gotas de acordo com a tabela 2, também não existem evidências de diferença significativa do Diâmetro Feret das gotas em função dos tratamentos ($F= 0,5383$; $P= 0,6559$).

Tabela 2 - Diâmetro das gotas em mm² em função da tecnologia de aplicação e do tratamento

Tratamento	Diâmetro Feret	EP	IC (95%)
H ₂ O em Pulverizador Elétrico	1,60	± 0,82	(0,80 - 2,40)
H ₂ O em Atomizador	2,99	± 1,74	(1,27 - 4,71)
Fitoneem em Pulverizador Elétrico	3,24	± 1,36	(1,91 - 4,57)
Fitoneem em Atomizador	1,65	± 1,15	(0,54 - 2,77)
<i>F</i>	= 0,5383		
<i>P</i>	= 0,6559		

EP – Erro padrão. IC – Intervalo de confiança. *F* – Feret. *P* – Padrão.

Os resultados evidenciaram que a maior densidade média e máxima de gotas foi constatada na condição com pulverizador elétrico utilizando H₂O, não ocorrendo diferença

entre pulverização do Fitoneem entre o equipamento de pulverização elétrico e atomizador (Tabela 3). Na atomização de água foi encontrada menor densidade média e máxima de gotas.

A densidade de gotas (mm^2) é um indicador que apresentam a quantidade de gotas que alcançaram uma determinada área, sendo um parâmetro amplamente utilizado para a calibração de material e para a tomada de decisão. Ao avaliar essa característica, observamos que a densidade de gotas foi afetada nesse estudo pelo tipo de pulverizador como também pela presença de bioinsumos. A utilização do H_2O através do pulverizador elétrico, por exemplo, apresentou a maior quantidade de gotas dispostas sobre o alvo (616,75) quando comparado à utilização de Fitoneem® em atomização (382,62), Fitoneem® em pulverizador elétrico (336,12), e H_2O em atomização (217,00).

A maior densidade de gotas nesse estudo foi obtido através da aplicação de pulverizador elétrico com H_2O , visto que nos proporciona uma maior cobertura de aplicação dentro do dossel da cultura, a utilização de Fitoneem+adjuvante proporcionaram também um aumento na densidade gotas quando comparado com a aplicação apenas de H_2O via atomizador, isso se deve principalmente em virtude da utilização do adjuvante surfactante Santara™, que proporcionou à mistura uma capacidade de redução da tensão superficial, facilitando o espalhamento dos produtos fitossanitários além de ter proporcionado uma maior penetração no dossel (Prado et al., 2015), além da presença do óleo de neem, que segundo Igbal et al., (2022) proporciona uma estabilidade cinética no sistema através do seu efeito translaminar além de sua capacidade de sinergismo entre moléculas.

Tabela 3 - Densidade média e máxima de gotas por papel hidrossensível em função da tecnologia de aplicação e do tratamento

Tratamento	Densidade média	Densidade máxima
H_2O em Pulverizador Elétrico	616,75± 202,05 a	1232.50 ± 404.10 a
H_2O em Atomizador	217,00 ± 79,10 c	415.00 ± 157.44 d
Fitoneem em Pulverizador Elétrico	336,12 ± 167,63 b	671.25 ± 335.26 c
Fitoneem em Atomizador	382,62 ± 169,22 b	764.75 ± 338.33 b
$LR \chi^2$	= 845,27	= 1779.2
P	< 0,0001	< 0,0001

$LR \chi^2$ – Teste da Razão de Verossimilhança. P – Padrão.

Quando comparamos os tratamentos em relação aos parâmetros DM_{10} , DM_{50} e DM_{90} observou-se que não houve diferença significativa. Por outro lado, a amplitude relativa foi

expressivamente superior nos tratamentos que receberam a pulverização com o atomizador. Apesar de não ocorrer diferença significativa para as variáveis de $DM_{0,1}$, $DM_{0,5}$ e $DM_{0,9}$ o tratamento com pulverizador elétrico apresentou as melhores métricas quando considerada a amplitude relativa das gotas: Pulverizador elétrico (2,95) e na pulverização com Fitoneem em Pulverizador elétrico (3,86) (Tabela 4), segundo Sasaki et al., (2015) quanto mais perto de zero for o valor de AR, mais homogênea e se torna a deposição de gotas na área acarretando em uma melhor precisão para atingir o alvo além de causar uma diminuição nas perdas (Reis et al., 2006). Embora pequenas gotas possam atingir maiores áreas dentro do dossel das plantas gerando uma maior cobertura na aplicação, essas gotas ficam sujeitas a serem levadas pelo vento podendo contribuir assim para uma menor eficiência no controle de pragas e doença, apesar do supracitado a aplicação com pulverizador elétrico demonstrou uma melhor AR, favorecendo uma deposição de gotas mais uniformes (Tavares e Cunha., 2023).

Tabela 4 - Densidade volumétrica 10, 50 e 90% de gotas pulverizadas com pressão hidráulica elétrica e atomização.

Tratamento	Diâmetro			AR (%)
	DV _{0,1}	DV _{0,5}	DV _{0,9}	
H ₂ O em Pulverizador Elétrico	7,75±0,75	18,00±4,06	61,37±12,94	2,95 b
H ₂ O em Atomizador	7,75±0,75	19,75±4,81	94,20±18,50	4,58 a
Fitoneem em Pulverizador Elétrico	7,75±0,75	18,50±2,87	76,75±14,52	3,68 b
Fitoneem em Atomizador	7,00±0,75	14,00±1,00	72,07±07,40	4,65 a
<i>F</i>	0,3333	0,5048	0,9641	4,4852
<i>P</i>	0,8015	0,6861	0,4412	0,0248

5. CONCLUSÕES

Existem evidências que não obtiveram alteração nos tratamentos com as variáveis, área média das gotas, diâmetro média, DV10, DV50 e DV90. A maior densidade média e máxima de gotas é constatada na condição com pulverizador elétrico utilizando H₂O, não ocorrendo diferença entre pulverização do Fitoneem, equipamento de pulverização elétrico e atomizador. Na atomização de água é encontrada menor densidade média e máxima de gotas. O tratamento com pulverizador elétrico apresenta as melhores métricas quando considerada a amplitude relativa das gotas.

REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, Ulisses Rocha *et al.* Tecnologia de Aplicação: Definição e Princípios Básicos: sem. In: ANTUNIASSI, Ulisses Rocha. **Entendendo a Tecnologia de Aplicação**: 2. ed. Botucatu-Sp: FEPAF, 2021. Cap. 1. p. 9-64.

CAVICHIOLI, J. C., MELETTI, L. M. M., & NARITA, N. Aspectos da cultura do maracujazeiro no Brasil. **TodaFruta, Jaboticabal-SP, 11p**, 2018.

CONTIERO, Robinson Luiz. **Tecnologia de Aplicação**. 2018. Disponível em: <https://books.scielo.org/>. Acesso em: 21 mar. 2024. Disponível em: <https://www.cnpmf.embrapa.br>. Acesso em: 17 fev. 2024.

FRANZON, Johnny Fusinato; CORSO, Néder Maciel. **APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO**. 2013. Disponível em: <https://www.sistemafeaep.org.br>. Acesso em: 03 abr. 2024.

GITIRANA NETO, Jefferson. **DEPOSIÇÃO DE CALDA PROMOVIDA POR PULVERIZADORES EMPREGADOS NA Neto, J. G. et al. CAFEICULTURA DE MONTANHA**. 2015. Disponível em: <http://tot.dti.ufv.br>. Acesso em: 21 abr. 2024.

GITIRANA NETO, J., CUNHA, J. P. A. R. D., MARQUES, R. S., LASMAR, O., & BORGES, E. B. Deposição de calda promovida por pulverizadores empregados na cafeicultura de montanha. 2016.

GONÇALVES, K. S. et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p.110- 120, 2011.

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/areia/panorama>. Acesso em: 11 abr. 2024.

IQBAL, N., HAZRA, D. K., PURKAIT, A., AGRAWAL, A., & KUMAR, J. Bioengineering of neem nano-formulation with adjuvant for better adhesion over applied surface to give long term insect control. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 209, p. 112176, 2022.

LESUEUR, J. M. et al. 2016. Crisis Management of Chronic Pollution: **Contaminated Soil and Human Health**, first ed. CRC Press. ISBN 9780367658373. 312p.

LEWIS, S. E. et al. 2016. **Pesticide behavior, fate, and effects in the tropics: an overview of the current state of knowledge**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64(20):3917-3924.

LOPES, C. V. A., & ALBUQUERQUE, G. S. C. D. Desafios e avanços no controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil: 15 anos do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, p. e00116219, 2021.

MOTORES. Branco. **PULVERIZADOR COSTAL BATERIA/MANUAL BPC 20 BM**. Disponível em: <https://www.branco.com.br>. Acesso em: 25 abr. 2024.

NOGUEIRA, Nayara *et al.* **CARACTERIZAÇÃO DO pH EM FUNÇÃO DO TEMPO DE PREPARO DA CALDA E TIPOS DE ADJUVANTES**. 2022. Disponível em: <https://conhecer.org.br/>. Acesso em: 20 maio 2024.

PRADO, E. P., RAETANO, C. G., DAL POGETTO, M. H. D. A., COSTA, S. I. D. A., & CHRISTOVAM, R. D. S. Taxa de aplicação e uso de surfactante siliconado na deposição da pulverização e controle da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 514-527, 2015.

REIS, E. F. D., QUEIROZ, D. M. D., DA CUNHA, J. P., & ALVES, S. M. Qualidade da aplicação aérea líquida com uma aeronave agrícola experimental na cultura da soja (*Glycine max L.*). **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 958-966, 2010.

RIBEIRO, Luis Felipe Oliveira; VITÓRIA, Edney Leandro da. **QUALIDADE DE PULVERIZAÇÃO HIDROPNEUMÁTICA NA CULTURA DA MACADÂMIA**. *Agrotropica*, Ilhéus-Ba, v. 34, p. 81-88, 04 abr. 2022.

SASAKI RS, TEIXEIRA MM, SANTIAGO H, MADUREIRA RP, MACIEL CFS & FERNANDES HC. Adjuvantes nas propriedades físicas da calda, espectro e eficiência de eletrificação das gotas utilizando a pulverização eletrostática. **Ciência Rural**, 45:274-279. 2015.

SASAKI, Robson Shigueaki et al. AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE PULVERIZADORES COSTAIS UTILIZADOS NO SETOR FLORESTAL. **Árvore**, Viçosa-Mg, v. 38, p. 331-337, 03 dez. 2013.

SOUZA, LUAN FAHL KOZONOE DE. **Apostila Didática Para Pulverizadores**. 2020. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br>. Acesso em: 29 mar. 2024.

STIHL. **STIHL SR 420**: manual de instruções de serviços. Manual de instruções de serviços. Disponível em: <<https://www.stihl.com.br>>. Acesso em: 21 abr. 2024.

TAVARES, R. M., & CUNHA, J. P. A. R. D. Pesticide and adjuvant mixture impacts on the physical–chemical properties, droplet spectrum, and absorption of spray applied in soybean crop. **AgriEngineering**, v. 5, n. 1, p. 646-659, 2023.

TAVARES, RAFAEL MARCÃO et al. Estudo de um sistema de eletrificação de gotas em pulverizador costal pneumático pelo método de gaiola de Faraday. *Ceres*, Viçosa-Mg, v. 64, p. 476-485, 18 jul. 2017.

Tecnologia de aplicação para culturas anuais / Organizadores Ulisses Rocha Antuniassi; Walter Boller.- 2. ed. rev. ampl. - Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019.

TIBURCIO, R. A. S., FERREIRA, F. A., FERREIRA, L. R., MACHADO, M. S., & MACHADO, A. F. L. Controle de plantas daninhas e seletividade do flumioxazin para eucalipto. **Cerne**, v. 18, p. 523-531, 2012.

VARGAS, Leandro; GLEBER, Luciano. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. 2005.

VIDAL, Mariane Carvalho. **Bioinsumos: o programa nacional e a sua relação com a produção sustentável**. 2020. Disponível em: <https://nuppre.paginas.ufsc.br/>. Acesso em: 21 maio 2024.

VIANA, FRANCISCO MARTO PINTO *et al.* **Principais Doenças do Maracujazeiro na Região Nordeste e seu Controle**. 2003. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 02 abr. 24.

YANG, Q.; ZHU, Y.; WANG, J. 2020. Adoption of drip fertigation system and technical efficiency of cherry tomato farmers in Southern China. **Journal of Cleaner Production** 275(s/n):13980.